

令和 2 年 5 月 12 日現在

機関番号：15201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K05797

研究課題名(和文)天然由来のリボフラビン誘導体を用いる機能性材料の開発

研究課題名(英文) Development of functional materials based on naturally occurring riboflavin derivatives

研究代表者

飯田 拓基 (Iida, Hiroki)

島根大学・学術研究院環境システム科学系・准教授

研究者番号：30464150

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：天然由来のリボフラビン(ビタミンB2)を出発原料として用い、様々な機能を発現するリボフラビン誘導体やそれらを含有した高分子・超分子を合成した。得られたカチオン性フラビン触媒はヨウ素触媒と共存させることにより、分子状酸素のみによって駆動する環境負荷の低い酸化的結合形成反応を進行させることを見出した。またフラビンユニットを含有した高分子や超分子は、その構造に由来する特異な触媒機能を発現する均一系・不均一系触媒として働くことを明らかとした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

リボフラビンは発酵法により大量生産されている有機分子であり、高価でしばしば汚染の原因となる金属を含まないにも関わらず興味深い酸化還元・触媒活性を有している。本研究ではリボフラビン誘導体を含有した機能性分子・高分子・超分子を合成しそれらの応用について検討を行った結果、低環境負荷型触媒として広範な反応に利用できることを見出した。得られた知見は、近年のグリーン・サステナブルケミストリー概念に合致した実用的触媒的分子変換手法の開発や機能性材料の創製にも繋がると期待され、その学術的・社会的意義は大きい。

研究成果の概要(英文)：A series of riboflavin derivatives including their polymers and supramolecules was synthesized from naturally occurring riboflavin (vitamin B2). The combination of the obtained cationic flavin catalysts and iodine catalysts provided a novel environmentally friendly method for oxidative bond formations driven by molecular oxygen. The flavin-containing polymers and supramolecules could be employed as homo- and heterogeneous catalysts with unique catalytic activity and selectivity.

研究分野：有機化学

キーワード：フラビン 有機分子触媒 酸素酸化 機能性高分子 超分子触媒

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

ポルフィリンやフラビン類縁体は、生体内で極めて重要かつ多様な機能を発揮する天然由来の  $\pi$  共役系有機分子であり、これらを基本骨格に有する高分子や超分子は、魅力的な機能や物性を有する新材料となることが期待される。しかしながら、多くの応用・成功例が報告されてきたポルフィリン類縁体に対し、フラビン類縁体はほとんど注目を集めてこなかった。

申請者は天然由来の光学活性化合物であるリボフラビン(ビタミン B<sub>2</sub>)に着目し、リボフラビン誘導体を用いた様々な有機触媒反応系を開発するとともに、リボフラビン構造を側鎖や主鎖骨格に導入した光学活性らせん高分子の合成に世界で初めて成功していた。主鎖骨格にリボフラビンを導入した高分子は、溶液中でらせん状にねじれた超分子集合体を形成し、アミン蒸気を化学・不斉選択的に分子認識し、目に見える色・蛍光変化で検知することを見出した<sup>1</sup>。これらはリボフラビンを用いた機能性材料の可能性と有用性を明確に示した成果であり、本研究課題の基盤となった。

### 2. 研究の目的

リボフラビンを出発原料として用い、多彩な構造と特性を有するフラビン分子群を合成する。また、これらのリボフラビン誘導体を重合あるいは自己集合させることにより、フラビンユニットを有する高分子および超分子集合体を構築する。分子認識能、酸化還元能、蛍光・光学特性、触媒能などのフラビン固有の特性とともに、集積化された官能基間の相互作用や構築された高次構造を最大限に活用し、従来にないユニークな天然由来の機能性分子・材料の創製やそれらを用いた触媒反応の開発に取り組む。

### 3. 研究の方法

リボフラビンのリビチル基や含窒素芳香環の新しい修飾法を開発し、拡張  $\pi$  電子系などのユニークな構造と特性を有する光学活性フラビン分子群を合成する。ついで申請者が開発したフラビン類の高分子化の手法ならびに超分子構造制御技術を駆使し、フラビンモノマーの重合やテンプレート分子の自己集合により、光学活性らせん高分子や超分子らせん集合体を合成する。得られたリボフラビン誘導体が発現する触媒能や不斉センシング能などについて詳細に調べ、新規触媒反応の開発や機能性材料への応用について検討を行う。

### 4. 研究成果

リボフラビンを出発物質として用い、その修飾法を駆使することにより 3 種類の異なるカチオン性フラビン化合物である 5-エチルイソアロキサジニウム塩 (1)、5-エチルアロキサジニウム塩 (2)、1,10-エチレン架橋型アロキサジニウム塩 (3) を簡便に合成できることを見出した (図 1)<sup>2</sup>。これらはいずれも有機分子触媒能や分子認識能を示し、機能性材料の活性中心として利用できることが明らかとなった。

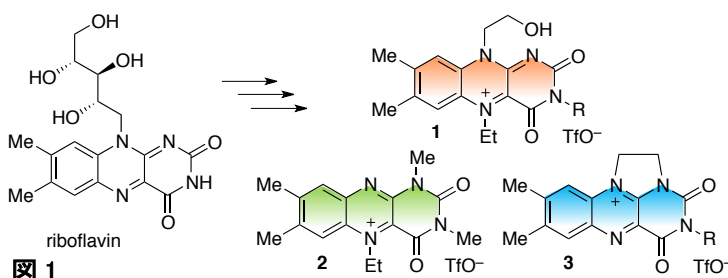


図 1

得られたリボフラビン誘導体を有機分子触媒として用い、ヨウ素触媒を組み合わせた二成分触媒系を開発した (図 2)<sup>3</sup>。例えば、1,10-エチレン架橋型アロキサジニウム塩とヨウ素を触媒量用いると、*N*-トシルヒドラゾンと硫黄の酸化的 1,2,3-チアゾール環形成反応が進行することを見出した。また、5-エチルアロキサジニウム塩とヨウ素触媒を用いると、チオールによるインドールやイミダゾ[1,2-*a*]ピリジンのスルフェニル化反応が進行し、対応するスルフェニルインドールおよびスルフェニル化イミダゾ[1,2-*a*]ピリジンが効率良く生成した。さらにチオールによるイミダゾピリジンやピラゾロンのスルフェニル化反応に応用できることも明らかにした。従来の酸素酸化的スルフェニル化反応とは異なり、本反応系ではフラビン-ヨウ素触媒によりメタルフリーかつ温和な条件下において、理想的酸化剤とされる分子状酸素のみによって駆動する低環境負荷型の反応である。また、このフラビン-ヨウ素触媒系は C-S 結合形成のみならず C-N 結合形成反応にも適用できることが分かった。さらに、リボフラビン誘導体が可視光照射下において有機光触媒として働き、チオールを対応するジスルフィドへと効率良く変換できることを見出した。本反応はフラビン触媒を用いたチオールの光酸化の初めての例であり、分子状酸素と光のみにより進行するグリーンな反応系が構築されている。

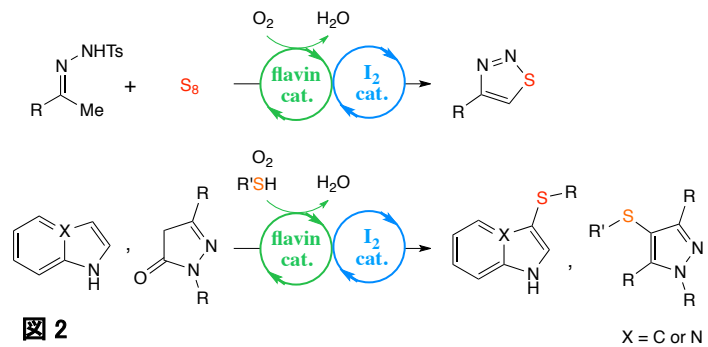


図 2

また、5-エチルアロキサジニウム塩とヨウ素触媒を用いると、チオールによるインドールやイミダゾ[1,2-*a*]ピリジンのスルフェニル化反応が進行し、対応するスルフェニルインドールおよびスルフェニル化イミダゾ[1,2-*a*]ピリジンが効率良く生成した。さらにチオールによるイミダゾピリジンやピラゾロンのスルフェニル化反応に応用できることも明らかにした。従来の酸素酸化的スルフェニル化反応とは異なり、本反応系ではフラビン-ヨウ素触媒によりメタルフリーかつ温和な条件下において、理想的酸化剤とされる分子状酸素のみによって駆動する低環境負荷型の反応である。また、このフラビン-ヨウ素触媒系は C-S 結合形成のみならず C-N 結合形成反応にも適用できることが分かった。さらに、リボフラビン誘導体が可視光照射下において有機光触媒として働き、チオールを対応するジスルフィドへと効率良く変換できることを見出した。本反応はフラビン触媒を用いたチオールの光酸化の初めての例であり、分子状酸素と光のみにより進行するグリーンな反応系が構築されている。

エチレン架橋により連結されたビスリボフラビン誘導体を連結した高分子を合成し、それらがチオールの酸素酸化反応を効率良く進行させる高分子触媒として機能することを見出した。対応するビスリボフラビン誘導体モノマーはほとんど触媒活性を示さないことから、高分子の高次構造によって触媒能が制御されていることが示唆された。

さらに、豊富に産出される天然高分子であるキチンの側鎖にアニオン性官能基を付加させた硫酸化キチン誘導体を合成し、フラビンなどの有機分子触媒を固定化する足場として利用した (図 3)<sup>4</sup>。この硫酸

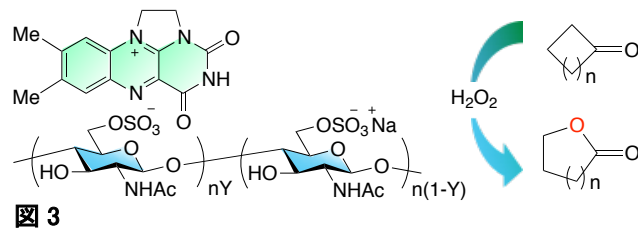


図 3

アニオン部位のカウンターカチオンとして、アロキサジニウムカチオンとナトリウムカチオンをイオン間相互作用により会合させ、硫酸化キチン-アロキサジニウム錯体を合成した。得られた超分子は、ケトンの Baeyer-Villiger 反応の良好な不均一系触媒として機能することが明らかとなった。フラビン触媒とナトリウムカチオン、さらにはキチンの触媒効果が協奏的に働くことにより、これまでフラビン触媒では達成困難であった 6 員環の環状ケトンの Baeyer-Villiger 反応に初めて成功した。また、この硫酸化キチンを担体とする不均一系超分子触媒の設計手法を応用し、キラルなカチオン性イミダゾリジノン触媒を硫酸化キチンに固定化した不斉触媒を開発した。得られた超分子は不斉 Diels-Alder 反応の良好な不均一系触媒として働き、最大 96% ee という高い不斉選択性が発現することが明らかとなった。通常、均一系触媒の固定化を行うとしばしば不斉選択性の低下が問題となるが、本触媒では担持に伴う不斉選択性の低下が見られなかった。これはおそらく非共有結合であるイオン間相互作用を固定化に用いることで触媒周辺の不斉反応場への影響が最小限に抑えられたためであると考えられる。

引用文献

1. (a) Iida, H.; Iwahana, S.; Mizoguchi, T.; Yashima, E. *J. Am. Chem. Soc.* **2012**, *134*, 15103-15113.  
(b) Iida, H.; Miki, M.; Iwahana, S.; Yashima, E. *Chem. –Eur. J.* **2014**, *20*, 4257-4262.
2. Sakai, T.; Kumoi, T.; Ishikawa, T.; Nitta, T.; Iida, H. *Org. Biomol. Chem.* **2018**, *16*, 3999-4007.
3. (a) Ishikawa, T.; Kimura, M.; Kumoi, T.; Iida, H. *ACS Catal.* **2017**, *7*, 4986-4989. (b) Ohkado, R.; Ishikawa, T.; Iida, H. *Green Chem.* **2018**, *20*, 984-988. (c) Iida, H.; Demizu, R.; Ohkado, R. *J. Org. Chem.* **2018**, *83*, 12291-12296. (d) Tanimoto, K.; Ohkado, R.; Iida, H. *J. Org. Chem.* **2019**, *84*, 14980-14986.
4. (a) Sakai, T.; Watanabe, M.; Ohkado, R.; Arakawa, Y.; Imada, Y.; Iida, H. *ChemSusChem* **2019**, *12*, 1640-1645. (b) Watanabe, M.; Sakai, T.; Oka, M.; Makinose, Y.; Miyazaki, H.; Iida, H. *Adv. Synth. Catal.* **2020**, *362*, 255-260.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Iida Hiroki, Demizu Ryuta, Ohkado Ryoma	4. 巻 83
2. 論文標題 Tandem Flavin-Iodine-Catalyzed Aerobic Oxidative Sulfenylation of Imidazo[1,2-a]Pyridines with Thiols	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 12291 ~ 12296
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.8b01878	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Sakai Takuya, Kumoi Takuma, Ishikawa Tatsuro, Nitta Takahiro, Iida Hiroki	4. 巻 16
2. 論文標題 Comparison of riboflavin-derived flavinium salts applied to catalytic H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> oxidations	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Organic & Biomolecular Chemistry	6. 最初と最後の頁 3999 ~ 4007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c8ob00856f	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Sakai Takuya, Watanabe Mirai, Ohkado Ryoma, Arakawa Yukihiro, Imada Yasushi, Iida Hiroki	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Flavinium and Alkali Metal Assembly on Sulfated Chitin: A Heterogeneous Supramolecular Catalyst for H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Mediated Oxidation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ChemSusChem	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cssc.201900485	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ohkado Ryoma, Ishikawa Tatsuro, Iida Hiroki	4. 巻 20
2. 論文標題 Flavin-iodine coupled organocatalysis for the aerobic oxidative direct sulfenylation of indoles with thiols under mild conditions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Green Chemistry	6. 最初と最後の頁 984 ~ 988
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c8gc00117k	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ishikawa Tatsuro, Kimura Maasa, Kumoi Takuma, Iida Hiroki	4. 巻 7
2. 論文標題 Coupled Flavin-Iodine Redox Organocatalysts: Aerobic Oxidative Transformation from N-Tosylhydrazones to 1,2,3-Thiadiazoles	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ACS Catalysis	6. 最初と最後の頁 4986 ~ 4989
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acscatal.7b01535	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Iida, H.; Ishikawa, T.; Nomura, K.; Murahashi, S.-I.	4. 巻 57
2. 論文標題 Anion effect of 5-ethylisoalloxazinium salts on flavin-catalyzed oxidations with H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Tetrahedron Letters	6. 最初と最後の頁 4488-4491
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.tetlet.2016.08.076">http://dx.doi.org/10.1016/j.tetlet.2016.08.076</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tanimoto Kazumasa, Ohkado Ryoma, Iida Hiroki	4. 巻 84
2. 論文標題 Aerobic Oxidative Sulfenylation of Pyrazolones and Pyrazoles Catalyzed by Metal-Free Flavin-Iodine Catalysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 14980 ~ 14986
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.9b02422	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Watanabe Mirai, Sakai Takuya, Oka Marina, Makinose Yuki, Miyazaki Hidetoshi, Iida Hiroki	4. 巻 362
2. 論文標題 Non Covalently Immobilized Chiral Imidazolidinone on Sulfated Chitin: Reusable Heterogeneous Organocatalysts for Asymmetric Diels Alder Reaction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advanced Synthesis & Catalysis	6. 最初と最後の頁 255 ~ 260
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adsc.201901036	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計52件（うち招待講演 6件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 飯田 拡基
2. 発表標題 レドックス活性なリボフラビン誘導体による低環境負荷型触媒反応の開発
3. 学会等名 H31先端錯体工学研究会ミニシンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroki Iida
2. 発表標題 Riboflavin-Based Functional Polymers and Supramolecules
3. 学会等名 2019 Japan-Taiwan Bilateral Polymer Symposium (JTBPS2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takahiro Nitta・Taiyo Ishige・Saki Sugihara・Lu Chenxu・Hiroki Iida
2. 発表標題 Chiral Supramolecular Organogel Formed by Self-Assembly of Carbamoylated Riboflavin Derivatives
3. 学会等名 2019 Japan-Taiwan Bilateral Polymer Symposium (JTBPS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Marina Oka, Hiroki Iida
2. 発表標題 Photocatalytic Aerobic Oxidative Coupling of Thiols by Riboflavin-derived Organocatalyst
3. 学会等名 2019 Japan-Taiwan Bilateral Polymer Symposium (JTBPS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazumasa Tanimoto, Ryoma Ohkado, Hiroki Iida
2. 発表標題 Coupled Flavin-Iodine Catalysis for Aerobic Sulfenylation of Pyrazolones with Thiols
3. 学会等名 2019 Japan-Taiwan Bilateral Polymer Symposium (JTBPS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷本和雅・大門竜馬・飯田拓基
2. 発表標題 分子状酸素を酸化剤として用いたフラビニウム-ヨウ素触媒によるピラゾロンの酸化的スルフェニル化反応
3. 学会等名 第22回 ヨウ素学会シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡真里奈・飯田拓基
2. 発表標題 リボフラビン誘導体を有機光触媒としたチオールの酸素酸化的カップリング
3. 学会等名 第35回若手化学者のための化学道場
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷本和雅・大門竜馬・飯田拓基
2. 発表標題 フラビニウム-ヨウ素触媒を用いたピラゾロン類縁体の低環境負荷型酸化的スルフェニル化反応
3. 学会等名 第35回若手化学者のための化学道場
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 新田隆裕・石毛太陽・杉原沙季・LuChenxu・飯田拡基
2. 発表標題 カルバモイル化リボフラビン誘導体を用いたオルガノゲルのキラル光学特性とその応用
3. 学会等名 2019年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡真里奈・飯田拡基
2. 発表標題 リボフラビン誘導体を有機光触媒とした非対称ジスルフィドの合成
3. 学会等名 2019年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷本和雅・大門竜馬・飯田拡基
2. 発表標題 非金属触媒と分子状酸素を用いるピラゾロンとピラゾールのスルフェニル化反応
3. 学会等名 2019年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡井 駿樹・大門 竜馬・飯田 拡基
2. 発表標題 フラビニウム-ヨウ素触媒を用いるアミノピリジンとケトンの酸素酸化的環化反応
3. 学会等名 2019年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小迫 亮・石毛 太陽・飯田 拡基
2. 発表標題 カルバモイル化リボフラビンとメラミン誘導体を用いたキラルオルガノゲルの開発
3. 学会等名 2019年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡真里奈・勝部大地・飯田拡基
2. 発表標題 リボフラビン触媒を用いるチオールの光酸化的クロスカップリングによる非対称ジスルフィドの合成
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会 (2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡井 駿樹・大門 竜馬・谷本 和雅・飯田 拡基
2. 発表標題 フラビニウム-ヨウ素触媒による酸素酸化的C-N結合形成反応を用いるイミダゾ[1,2-a]ピリジンの合成
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会 (2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 勝部大地・岡真里奈・飯田拡基
2. 発表標題 キトサンに固定化した不均一系フラビン触媒によるチオールの光酸化的カップリング反応
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会 (2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小迫 亮・新田 隆裕・飯田 拡基
2. 発表標題 カルバモイル化リボフラビンとメラミン誘導体により形成されたキラル超分子ゲルの構造と特性
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会 (2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯田拡基・酒井拓哉・新田隆裕・荒川幸弘・今田泰嗣
2. 発表標題 高分子に固定化したリボフラビン誘導体の開発とその特異な酸化触媒能
3. 学会等名 第67回高分子討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大門竜馬・出水隆太・飯田拡基
2. 発表標題 フラビニウム-ヨウ素触媒を用いたイミダゾ[1,2-a]ピリジンの酸素酸化的スルフェニル化反応
3. 学会等名 2018年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 新田隆裕・杉原沙季・LuChenxu・飯田拡基
2. 発表標題 カルバメート保護基を有するリボフラビン誘導体を用いたキラルオルガノゲルの開発
3. 学会等名 2018年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡真里奈・飯田拡基
2. 発表標題 アルコールおよびチオールの酸素酸化反応におけるリボフラビン誘導体の光触媒能
3. 学会等名 2018年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 谷本和雅・大門竜馬・飯田拡基
2. 発表標題 フラビニウム-ヨウ素触媒を用いた分子状酸素によるピラゾロンのスルフェニル化反応
3. 学会等名 2018年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 新田隆裕・杉原沙季・LuChenxu・飯田拡基
2. 発表標題 カルバモイル化リボフラビン誘導体を利用するキラルな超分子オルガノゲル
3. 学会等名 日本化学会 第99春季年会 (2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡真里奈・飯田拡基
2. 発表標題 リボフラビン誘導体を有機光触媒としたチオールの酸素酸化反応
3. 学会等名 日本化学会 第99春季年会 (2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷本和雅・大門竜馬・飯田拡基
2. 発表標題 フラビニウム - ヨウ素触媒を用いたピラゾロンとチオール の酸素酸化的スルフェニル化反応の開発
3. 学会等名 日本化学会 第99春季年会 (2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroki Iida
2. 発表標題 Flavin-iodine-catalyzed oxidative transformations driven by molecular oxygen
3. 学会等名 日本化学会 第99春季年会 (2019)-Asian International Symposium - Electrochemistry - (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroki Iida
2. 発表標題 Riboflavin-Derived Redox Organocatalysts for Oxidative Transformations
3. 学会等名 International Congress on Pure & Applied Chemistry (ICPAC) 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 飯田拡基
2. 発表標題 フラビン骨格を基盤とする触媒および機能性材料の開発
3. 学会等名 第33回若手化学者のための化学道場
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 酒井拓哉・渡部未来・荒川幸弘・今田泰嗣・飯田拡基
2. 発表標題 不均一系キチン担持フラビニウム触媒の開発と 過酸化水素による触媒的酸化反応への応用
3. 学会等名 第33回若手化学者のための化学道場
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大門竜馬・石川達朗・飯田拡基
2. 発表標題 フラビニウム-ヨウ素触媒を用いたインドールの低環境負荷型酸化的スルフェニル化反応
3. 学会等名 第33回若手化学者のための化学道場
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 新田隆裕・岡田和也・飯田拡基
2. 発表標題 エチレン架橋型ビスリボフラビンをもつ高分子の合成とその酸化還元能の応用
3. 学会等名 第33回若手化学者のための化学道場
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 飯田拡基・酒井拓哉・渡部未来・荒川幸弘・今田泰嗣
2. 発表標題 イオン間相互作用により硫酸化キチンに固定化したフラビニウム触媒の開発
3. 学会等名 第66回高分子討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 酒井拓哉・渡部未来・荒川幸弘・今田泰嗣・飯田拡基
2. 発表標題 硫酸化キチン担持フラビニウム触媒の開発とその酸化触媒能
3. 学会等名 第7回 CSJ化学フェスタ2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 酒井拓哉・渡部未来・荒川幸弘・今田泰嗣・飯田拡基
2. 発表標題 不均一系高分子触媒として機能するフラビニウム-アニオン性キチン錯体の開発とその酸化触媒能
3. 学会等名 第50回酸化反応討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 石川達朗・木村真麻・飯田拡基
2. 発表標題 レドックス有機分子触媒を用いたトシルヒドラゾンの酸素酸化的含窒素ヘテロ環形成反応
3. 学会等名 第50回酸化反応討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡部未来・酒井拓哉・飯田拡基
2. 発表標題 0-およびN-硫酸化したキチン誘導体を用いた不均一系有機分子触媒の開発
3. 学会等名 2017年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大門竜馬・石川達朗・飯田拓基
2. 発表標題 フラビニウム-ヨウ素触媒を用いた分子状酸素によるインドールのスルフェニル化反応
3. 学会等名 2017年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 新田隆裕・岡田和也・飯田拓基
2. 発表標題 エテニレン架橋型ピスリポフラビンの主鎖に有する高分子の開発とその酸化触媒能
3. 学会等名 2017年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroki Iida
2. 発表標題 Noncovalently Immobilized Cationic Organocatalysts on Anionic Sulfated Chitin: Reusable Heterogeneous Supramolecular Catalysts
3. 学会等名 International Congress on Pure & Applied Chemistry (ICPAC) 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大門竜馬・石川達朗・飯田拓基
2. 発表標題 フラビニウム-ヨウ素触媒を用いたインドールの酸素酸化的スルフェニル化反応の開発
3. 学会等名 日本化学会 第98春季年会 (2018)
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 新田隆裕・岡田和也・飯田拓基
2. 発表標題 共役拡張型ピスリポフラビンをも有するレドックス高分子の開発と触媒的酸素酸化反応への応用
3. 学会等名 日本化学会 第98春季年会 (2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 飯田拓基
2. 発表標題 キラリな高次構造をも有するリポフラビン含有機能性高分子の開発
3. 学会等名 「分子を使った寄せ木細工」～自己組織化したソフトマテリアルが織りなす「かたち」と機能(招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 飯田拓基・渡部未来・酒井拓哉
2. 発表標題 イオン間相互作用により有機分子触媒を担持した硫酸化キチン誘導体の合成と触媒能
3. 学会等名 第30回日本キチン・キトサン学会大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 雲井拓磨・飯田拓基
2. 発表標題 種々のカウンターアニオンをも有する1, 10-架橋型フラビン誘導体の合成と触媒的酸化反応への応用
3. 学会等名 2016年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 渡部未来・飯田拡基
2. 発表標題 光学活性第二級アンモニウムカチオンを担持した硫酸化キチンの合成とその不斉触媒能
3. 学会等名 2016年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 石川達朗・野村圭佑・飯田拡基
2. 発表標題 フラビニウム塩触媒の酸化反応に対するアニオン効果とヨウ素触媒系への応用
3. 学会等名 2016年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 酒井拓哉・渡部未来・荒川幸弘・今田泰嗣・飯田拡基
2. 発表標題 1,10-架橋型フラビニウムカチオンをイオン間相互作用により担持した硫酸化キチン誘導体の合成と触媒的酸化反応への応用
3. 学会等名 2016年日本化学会中国四国支部大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 石川達朗・飯田拡基
2. 発表標題 フラビン・ヨウ素触媒を用いたトシルヒドラゾンと硫黄による酸素酸化チアジアゾール環形成反応
3. 学会等名 第49回酸化反応討論会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 酒井拓哉・雲井拓磨・渡部未来・荒川幸弘・今田泰嗣・飯田拡基
2. 発表標題 種々のカウンターアニオンを有する1,10-架橋型フラビニウムカチオンの酸化触媒能と高分子担持触媒への応用
3. 学会等名 第49回酸化反応討論会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 石川達朗・飯田拡基
2. 発表標題 フラビン・ヨウ素触媒を用いた分子状酸素によるトシルヒドラゾンと硫黄の酸化的チアジアゾール環形成反応
3. 学会等名 日本化学会 第97春季年会 (2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡部未来・飯田拡基
2. 発表標題 非共有結合を用いてキチン誘導体に固定化したキラル有機分子触媒の合成と不斉Diels-Alder反応への応用
3. 学会等名 日本化学会 第97春季年会 (2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 酒井拓哉・雲井拓磨・渡部未来・荒川幸弘・今田泰嗣・飯田拡基
2. 発表標題 イオン間相互作用を用いてアニオン性キチン誘導体に固定化した不均一系フラビニウム触媒の開発
3. 学会等名 日本化学会 第97春季年会 (2017)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

島根大学 分子機能化学研究室  
<http://www.ipc.shimane-u.ac.jp/fmchem/index.html>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----